

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-288877

(43) 公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 6 8

G 0 3 F 7/38

5 1 2

G 0 3 F 7/38

5 1 2

H 0 1 L 21/306

H 0 1 L 21/306

D

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平10-108653

(22) 出願日

平成10年(1998)4月3日

(71) 出願人 390020248

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
東京都新宿区西新宿6丁目24番1号 西新
宿三井ビル

(72) 発明者 谷平 昌英

茨城県稲敷郡美浦村木原2355番地 日本テ
キサス・インスツルメンツ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐々木 聖孝

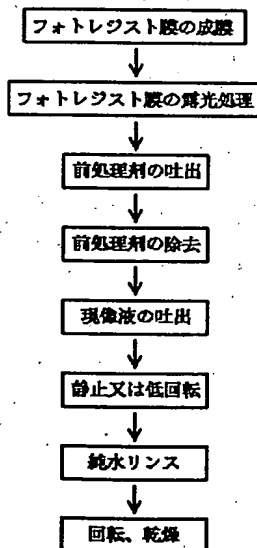
(54) 【発明の名称】 レジストパターンの形成方法及び微細加工方法

(57) 【要約】

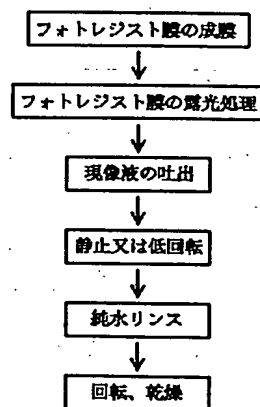
【課題】 フォトリソストと現像液との親和性の不足によって発生する気泡を低減させ、高精度のレジストパターン形成及び微細加工を可能にすること。

【解決手段】 半導体基体上にフォトリソスト膜を設ける第1工程と、フォトリソスト膜を所定の微細パターンに露光処理する第2工程と、露光処理されたフォトリソスト膜表面を、フォトリソスト膜と現像液との親和性を向上させるアルコール水溶液等を用いて処理する第3工程と、前記現像液を用いて前記フォトリソスト膜を現像処理する第4工程とを有する、レジストパターンの形成方法及び微細加工方法。

(A)
前処理工程を含む
現像シーケンス



(B)
従来の現像シーケンス



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトリソグロフィー技術によるレジストパターンを所定形状にパターニングするレジストパターンの形成方法において、基体上にフォトリソグロフィー膜を設ける第1工程と、前記フォトリソグロフィー膜を所定形状に露光処理する第2工程と、前記露光処理されたフォトリソグロフィー膜表面を、前記フォトリソグロフィー膜と現像液との親和性を向上させる前処理剤を用いて処理する第3工程と、前記現像液を用いて前記フォトリソグロフィー膜を現像処理する第4工程とを有することを特徴とする、レジストパターンの形成方法。

【請求項2】 前記前処理剤を前記現像液に添加して前記第3工程の前記処理を行う、請求項1に記載したレジストパターンの形成方法。

【請求項3】 前記前処理剤として、アルコール、アルコール水溶液及び界面活性剤からなる群より選ばれる少なくとも1種を用いる、請求項1又は2に記載したレジストパターンの形成方法。

【請求項4】 前記アルコール水溶液として、アルコール濃度が5容量%以上のアルコール水溶液を用いる、請求項3に記載したレジストパターンの形成方法。

【請求項5】 前記第3工程における前記処理を5秒間以上行う、請求項1に記載したレジストパターンの形成方法。

【請求項6】 前記第3工程において、前記前処理剤を前記フォトリソグロフィー膜の表面に噴霧する、請求項1に記載したレジストパターンの形成方法。

【請求項7】 前記フォトリソグロフィー膜表面に噴霧された前記前処理剤を除去する工程を有する、請求項6に記載したレジストパターンの形成方法。

【請求項8】 請求項1に記載した前記第1工程、前記第2工程、前記第3工程及び前記第4工程を行った後、現像処理されて所定形状にパターニングされたフォトリソグロフィー膜をマスクとして、前記基体上に微細パターンの加工を施す、微細加工方法。

【請求項9】 前記フォトリソグロフィー膜下の被加工材料を前記微細パターンにエッチングする第5工程を行う、請求項8に記載した微細加工方法。

【請求項10】 前記被加工材料を半導体基体上の膜とする、請求項8に記載した微細加工方法。

【請求項11】 請求項2～7のいずれか1項に記載したレジストパターンの形成方法を適用する、請求項8に記載した微細加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フォトリソグロフィー膜を所定の微細パターンにパターニングするレジストパターンの形成方法、及び微細加工方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 IC (integrated circuit) やLSI (large scale integration) 等の半導体集積回路は、一般に、シリコン基板上にpn接合、絶縁層、配線などをパターニングした集積回路であり、その製作工程において、フォトリソグロフィー (photoresist) と称する感光性樹脂のパターニングが重要な役割を演じている。また、近年、更なる集積化を進めたVLSI (very large scale integration) 等の超大規模集積回路が研究、開発されているが、これらの進歩は、フォトリソグロフィーを用いたパターニング技術 (フォトリソグロフィー技術)、つまり微細加工技術の進歩に負うところが大きい。

【0003】 以下、半導体集積回路における一般的な微細加工工程 (従来の現像シーケンス) を図1 (B) を参照に説明する。

【0004】 まず、微細パターンに加工しようとする基体 (被加工材料) に、例えばスピンコーティング等の手法に基づき、フォトリソグロフィーを塗布する (フォトリソグロフィー膜の成膜)。このフォトリソグロフィーは一般に、有機溶媒に溶けた液状物質として市販されている。

【0005】 次に、光、X線、電子、イオン等のビームを露光マスク (レチクル) を介して、或いは直接に走査して照射し、このフォトリソグロフィー膜を所定形状の微細パターンに露光する (フォトリソグロフィー膜の露光処理)。

【0006】 次に、現像液を吐出させ、前記基体を静止若しくは低回転させながら、露光処理されたフォトリソグロフィー膜を現像液で現像処理すると、ポジ型フォトリソグロフィーの場合は露光部分が、ネガ型フォトリソグロフィーの場合は非露光部分が溶解され、さらに純水を用いたすすぎ処理 (純水リンス) の後、前記基体を回転させながら前記現像液や前記純水等を取り除き、乾燥させると (回転、乾燥)、前記フォトリソグロフィー膜に微細パターンの加工が施される。

【0007】 その後、これをマスクとしてエッチング等を行い、さらに、前記フォトリソグロフィー膜を除去して (場合によっては、そのまま残して)、基体 (被加工材料) の微細パターンが形成される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、この微細パターンの形成に際して、従来の現像方法では、フォトリソグロフィー膜の表面と現像液との親和性不足により (フォトリソグロフィーの疎水性が高い)、未現像部分の発生による微細パターンの欠陥が生じ、歩留り低下の要因となっている。

【0009】 以下、図14～図19を参照して、前述の歩留り低下の要因を説明する。なお、図14～図19は、半導体基体上に設けられている第1配線 (下部配線) に、層間絶縁膜中の欠陥部 (ピアホール) を介して第2配線 (上部配線) を接続する場合の例である。

【0010】 図14に示すように、半導体基体1上に設

けられている例えばアルミニウムからなる第1配線2上に、被加工材料として例えばポリイミド系の層間絶縁膜34aを成膜し、次いで、この層間絶縁膜34a上に、例えばスピンコート法にてフォトレジストを塗布する。そして、このフォトレジスト膜35に対して、所定形状の露光マスク5を介して光ビーム6を照射し、フォトレジスト膜35を選択的に露光すると、ポジ型レジストの場合、フォトレジスト膜35の露光部分35bが後の現像工程において現像液に対し溶解性物質に変化する。なお、この時の露光部分35bの幅をTとする。

【0011】次いで、図15に示すように、フォトレジスト膜35に対して現像液36を作用させるが、この時、フォトレジスト膜35と現像液36との間に、気泡（マイクロバブル）37が発生することがある。

【0012】即ち、ノボラック樹脂等からなる一般的な有機系のフォトレジストは疎水性が高く、また、アルカリ性水溶液等からなる現像液は親水性が高いので、フォトレジストと現像液との親和性の不足によって、現像液がはじかれて気泡が取り残されることがある。

【0013】特に、現像除去されるべき露光部分に気泡37が取り残されると、気泡37によって露光部分のフォトレジスト表面に対する現像液の接触（即ち、露光部分35bの溶解）が十分ではなく、図15に示すように、本来は取り除かれるべきフォトレジスト35cが取り残されることがある。即ち、図18及び図19（A）に示すように、フォトレジスト35aと35a'との間の本来は取り除かれるべき部分にフォトレジストからなる突出部35cが形成される。

【0014】フォトレジスト35cが残されたままエッチング（例えばドライエッチング）すると、即ち、フォトレジスト35a及び35cをマスクとしてエッチングすると、図16に示すように、層間絶縁膜34a中に、本来の幅Tを有する欠除部を形成できず、本来の幅Tより狭い幅tの欠除部38が形成されてしまう。即ち、図19（B）に示すように、層間絶縁膜34aと34a'との間の本来は取り除かれるべき部分に層間絶縁膜からなる突出部34cが形成される。

【0015】そして、第2配線42の形成を目的に、例えば窒化チタンからなるバリアメタル39と例えばアルミニウムからなる配線40を順次成膜していくと、図17に示すように、この部分にて、バリアメタル39内にボイド42が発生したり、アルミニウム配線40と第1配線2との接触が不十分になることがある。

【0016】即ち、上述した従来のレジストパターンの形成方法では、図15に示したように、フォトレジスト35の表面と現像液36との親和性の不足により、現像液がはじかれて気泡（マイクロバブル）37が取り残されるため、フォトレジスト表面と現像液との接触が部分的に妨げられ、これにより、フォトレジスト膜に未現像部分が生ずることがある。

【0017】この未現像部分（残渣）は、後工程の例えばエッチング工程において、障害物となり、精度の高い加工が行われず、得られる半導体装置には欠陥（特にパターン欠陥）が生じることがあり、この欠陥によって、得られる半導体装置の歩留りが低下する。

【0018】本発明は、上述した従来の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、フォトレジスト表面と現像液との親和性を向上させて微細な気泡の発生を抑制し、パターン欠陥を減少させたレジストパターンの形成方法及び微細加工方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明は、フォトレジスト膜を所定形状にパターンニングするレジストパターンの形成方法において、基体上にフォトレジスト膜を設ける第1工程と、前記フォトレジスト膜を所定形状に露光処理する第2工程と、前記露光処理されたフォトレジスト膜表面を、前記フォトレジスト膜と現像液との親和性を向上させる前処理剤を用いて処理する第3工程と、前記現像液を用いて前記フォトレジスト膜を現像処理する第4工程とを有することを特徴とする、レジストパターンの形成方法（以下、本発明のレジストパターンの形成方法と称する。）に係るものである。

【0020】本発明のレジストパターンの形成方法によれば、基体上にフォトレジスト膜を設ける第1工程と、前記フォトレジスト膜を所定形状に露光処理する第2工程と、前記露光処理されたフォトレジスト膜表面を、前記フォトレジスト膜と現像液との親和性を向上させる前処理剤を用いて処理（以下、前処理と称することがある。）する第3工程と、前記現像液を用いて前記フォトレジスト膜を現像処理する第4工程とを有しており、特に、前記第3工程にて、前記フォトレジスト膜と現像液との親和性を向上させる前処理剤を用いて前記フォトレジスト膜の表面を処理（前処理）しているので、前記フォトレジスト膜の表面と前記現像液との親和性を向上させて、フォトレジスト膜表面への気泡の付着を抑制することができ、フォトレジスト膜を所定の微細パターンにパターンニングする際のパターン欠陥を減少できる。

【0021】また、本発明は、基体上にフォトレジスト膜を設ける第1工程と、前記フォトレジスト膜を所定形状に露光処理する第2工程と、前記露光処理されたフォトレジスト膜表面を、前記フォトレジスト膜と現像液との親和性を向上させる前処理剤を用いて処理する第3工程と、前記現像液を用いて前記フォトレジスト膜を現像処理する第4工程とを行った後、現像処理されて所定形状にパターンニングされたフォトレジスト膜をマスクとして、前記基体上に微細パターンの加工を施す、微細加工方法（以下、本発明の微細加工方法と称する。）を提供するものである。

【0022】本発明の微細加工方法によれば、前記第1工程、前記第2工程、前記第3工程及び前記第4工程を

行った後、現像処理されて所定形状にパターンニングされたフォトレジスト膜をマスクとして、例えばドライエッチング等の手法に基づいて前記基体上に微細パターンの加工を施すので、フォトレジスト膜を所定形状にパターンニングする際のパターン欠陥を減少させることができ、ひいては得られる製品の歩留りを向上できる。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明のレジストパターン形成方法について説明する。

【0024】まず、本発明のレジストパターンに基づく前処理工程を含む現像シーケンスを図1(A)を参照に説明する。

【0025】但し、本発明は、図1(A)に示した現像シーケンスに限定されるものではない。また、図1は、後述するスピンドル式現像処理装置(図10参照)を用いた場合の例である。

【0026】本発明に基づくレジストパターン形成方法のフォトレジスト膜の成膜およびその露光処理と、前処理工程を含む現像シーケンスは、

(1) フォトレジスト膜の成膜…基体(特に被加工材料)上にフォトレジストを、例えばスピンドルコート等の手法により成膜する。

(2) フォトレジスト膜の露光処理…前記成膜されたフォトレジストを、光、X線、電子、イオン等のビームをマスクを介して、或いは直接に走査して照射し、このフォトレジスト膜を所定形状の微細パターンに露光する。

(3) 前処理剤の吐出…前記前処理剤を用いて前記露光処理されたフォトレジスト膜全面に吐出し、被覆する(前処理:前記第3工程に対応)。

(4) 前処理剤の除去…前記前処理剤を、例えば前記基体を回転させることによって除去する。

(5) 現像液の吐出…前記前処理が施されたフォトレジスト膜に現像液を作用させる。

(6) 静止又は低回転…前記基体を所定時間、静止又は低回転させて、現像部分の溶解を促進させる。

(7) 純水リンス…前記基体を純水(特にイオン交換水)ですすぐ。

(8) 回転、乾燥…前記基体を回転させて、前記現像液や前記純水等を取り除き、前記基体を乾燥させる。

といった手順を有している。

【0027】即ち、前述した従来の現像シーケンス(図1(B))に、前記処理剤の吐出工程とこの除去工程とからなる前記前処理工程(前記第3工程)を追加するだけで、前記フォトレジスト膜の表面と前記現像液との親和性を向上させて、フォトレジスト膜表面への気泡の付着を抑制することができ、パターン欠陥を大幅に減少できる。

【0028】詳しくは後述するが、一般に、フォトレジスト膜25bに現像液27を滴下した場合、図13

(B)に示す如く、フォトレジスト膜の表面と現像液と

の親和性の不足から、その接触角 β は大きくなってしまふ。これに対して、フォトレジスト膜25aに前記前処理剤を作用させてから現像液26を滴下すると、図13

(A)に示す如く、フォトレジスト膜と現像液との親和性が良好であるために、現像液26のフォトレジスト膜25aに対する濡れ性が向上し、その接触角 α が小さくなる。即ち、フォトレジストと現像液とが十分に接触して、フォトレジスト膜と現像液との間に気泡が生じることなく、高精度にて現像処理が施され、形状特性の良好なフォトレジスト膜の微細パターンが形成される。

【0029】また、本発明のレジストパターン形成方法においては、前記前処理剤を前記現像液に添加して前記第3工程の前記処理を行ってもよい。特に、前記現像液を希釈現像液とし、これにフォトレジスト膜と現像液との親和性を向上させる前処理剤を添加した混合溶液を前記第3工程における前記前処理剤として用いることができる。

【0030】また、前記前処理剤として、アルコール、アルコール水溶液及び界面活性剤からなる群より選ばれる少なくとも1種を用いてもよい。

【0031】前記前処理剤としては、例えば、前記アルコールとして、メタノール、エタノール、プロピルアルコール(イソプロピルアルコール)、ブタノール等の低級アルコール類、およびその水溶液、また、前記界面活性剤として、高級脂肪酸等からなるせっけん類、アルキルベンゼンスルホン酸等のスルホン酸塩類、ポリオキシエチレンやノニルフェニルエーテル等のエーテル類等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0032】なお、前記前処理剤としてアルコール水溶液を用いる場合、アルコール濃度が5容量%以上のアルコール水溶液を用いることが望ましい。アルコール水溶液の濃度は用いるフォトレジスト材料の種類によっても異なるが、5容量%以上であることが望ましく、また、30容量%以下であることが望ましい。5容量%以上とすることによって、フォトレジスト膜と現像液との親和性を十分向上させることができ、また、30容量%を越えるとフォトレジストを溶解することがある。このアルコール水溶液の濃度は、5容量%以上、20容量%以下がさらに望ましい。

【0033】また、前記第3工程において、前記フォトレジスト表面を前記前処理剤に浸したり、濡らしたりすることによって前記前処理を施すことができるが、前記フォトレジスト膜と前記前処理剤とを5秒間以上、さらには8秒間以上接触させることが望ましい。このような前処理時間によって前記第3工程での前処理を十分に行うことができ、これによって、フォトレジスト膜の表面と現像液との親和性が向上し、気泡の付着による現像不良(パターン欠陥)を大きく減少させることができる。

【0034】さらに、本発明のレジストパターン形成方法においては、前記第3工程において、前記前処理剤

を前記フォトリソ膜の表面に、例えばスプレー等を用いて噴霧することが望ましい。さらに、前記フォトリソ膜が設けられている基体を回転させながら、噴霧を行うことが望ましい。このように、前記前処理を噴霧によって行う場合も、処理時間は前述した時間であってよく、また、前処理剤の種類やその濃度等も前述したと同様である。

【0035】さらに、前記フォトリソ膜表面に噴霧された前記前処理剤を除去する工程を有することが望ましい。即ち、前記フォトリソ膜に前記前処理剤を十分に接触させ、しみ込ませた後は、例えば、前記フォトリソ膜が設けられている基体を高速回転させて、前記前処理剤をふりきるといった手法により、除去することが望ましい。

【0036】次に、本発明の微細加工方法を説明する。

【0037】本発明の微細加工方法において、前記第1工程、前記第2工程、前記第3工程及び前記第4工程は、前述した本発明のレジストパターンの形成方法に準じて行うことができる。

【0038】本発明の微細加工方法においては、前記フォトリソ膜下の被加工材料を前記微細パターンにエッチングする第5工程を更に行うことが望ましい。また、この第5工程の後には、前記フォトリソ膜を取り除いてもよいし、或いはそのまま残してもよい。

【0039】また、前記被加工材料は、半導体基体上の膜（例えば、配線用金属薄膜、層間絶縁膜など）としてよい。

【0040】次に、本発明のレジストパターンの形成方法及び微細加工方法を説明する。なお、ここでは、半導体基体上に設けられた第1配線（下部配線）に、層間絶縁膜中の接続孔（ビアホール）を介して第2配線（上部配線）を接続する際の、前記接続孔の微細加工を行うものであり、ポジ型のフォトリソ膜を用いる場合の例である。

【0041】まず、図2に示すように、例えばアルミニウムからなる第1配線2が設けられた半導体基体1上に、例えばポリイミド系の層間絶縁膜3aを成膜する。

【0042】次いで、図3に示すように、層間絶縁膜3a上に、例えばスピンコーティング法でフォトリソ膜4を塗布する。

【0043】次いで、所定パターンの露光マスク5を介して、フォトリソ膜4に光ビーム6を照射すると、図4に示すように、光の照射された部分（露光部分）4bが変性し、現像液に溶け易くなる。

【0044】次いで、前記露光マスク5を除いた後、図5に示すように、前処理剤7をフォトリソ膜4の表面に作用させる。ここで、前処理剤7をフォトリソ膜4に対してスプレー等を用いて噴霧してもよいし、或いは、フォトリソ膜を基体ごと前処理剤に浸漬させてもよい。また、フォトリソ膜表面に塗布してもよ

い。この工程で、フォトリソ膜表面に前処理剤がしみ込み、フォトリソ膜と現像液との親和性が向上される。

【0045】次いで、前記前処理剤を取り除いた後、図6に示すように、例えば有機系のアルカリ水溶液からなる現像液で処理すると、露光部分4bが溶解されて、フォトリソ膜4が所定の微細パターンに加工される。なお、この現像処理は、前記基体を回転させながら行うことが望ましく、さらに、この回転数を適宜変化させながら複数段階に分けて行ってもよい。

【0046】次いで、図7に示すように、ドライエッチング或いはウェットエッチング等の手法により、フォトリソ膜4aをマスクとして、接続孔（ビアホール）8に層間絶縁膜3をエッチング加工する。

【0047】次いで、フォトリソ膜4aに対してアッシング処理等を施してこれを除去すると、図8に示すように、層間絶縁膜3に微細パターンの接続孔8が加工される。

【0048】さらに、図9に示すように、例えばタングステンからなるバリアメタル9を形成し、その後、スパッタリング等の手法により、例えばアルミニウムからなる配線10を形成して第2の配線11を形成し、高精度に加工された接続孔8を介して、第1配線2と第2配線11とを接触性良く形成できる。

【0049】このように、本発明のレジストパターンの形成方法及び微細加工方法においては、前処理剤（アルコール、アルコール水溶液及び界面活性剤からなる群より選ばれる少なくとも1種）がフォトリソ膜表面に付着し、その一部はしみ込み、フォトリソ膜と現像液との親和性が向上し、これにより、フォトリソパターンの現像工程での現像不良（パターン欠陥）が大きく減少する。

【0050】次に、図10を参照に、本発明のレジストパターンの形成方法を実施する際に使用可能な半導体装置用の現像処理装置を説明する。

【0051】この現像処理装置21は、微細加工パターンを施す基体を回転させながら現像処理を行うことが可能なスピン式の半導体装置用現像処理装置であり、半導体ウエーハ17が配置される支持体（回転テーブル）16は、図示省略したスピンモータにより、図中矢印A方向（或いはこの逆方向）に回転数の調節ができるように設置されている。

【0052】そして、この装置21の上部には、半導体ウエーハ17に対向して、現像液吐出用ノズル18と、前処理剤吐出用ノズル19と、洗浄水導入管20とが設けられている。なお、ノズル19及び18は、半導体ウエーハの径方向（図中矢印B方向及びC方向）に適宜移動可能である。また、この装置は図示省略した温度制御装置が設けられており、適宜温度調節されるように構成されている。

【0053】即ち、この現像処理装置21にて、図1

(A)に示した本発明に基づく現像シーケンスを順次実行することができ、つまり、所定の微細パターンに露光されたフォトレジストの現像処理やそのリンス処理等を施す前に、前記前処理（前記第3工程）を行うことができる。このように、従来の現像処理装置（例えば、東京エレクトロン社製、MK-V現像装置）に前処理剤の吐出用ノズルを付加するだけで、本発明のレジストパターンの形成方法及び微細加工方法を簡易に実施できる。なお、本発明のレジストパターンの形成方法を実施する際に使用可能な装置はこのような装置に限定されるものではなく、例えば、前処理剤の吐出はスプレー式（スプレーデベロッパ）でなくてもよく、前処理剤中にウエーハを浸漬させるディップ式（ディップデベロッパ）であってもよい。

【0054】以上、本発明のレジストパターンの形成方法及び本発明の微細加工方法について説明したが、本発明のレジストパターンの形成方法及び微細加工方法は、半導体装置の作製工程を中心として様々な分野で利用することが可能である。

【0055】例えば、CMOS型の半導体装置の作製工程においては、pウェル形成のための酸化膜のパターニング、素子分離領域形成のための窒化膜のパターニング〔LOCOS (local oxidation of Si) 酸化膜の形成〕、nチャンネル領域の形成、pチャンネル領域の形成、ゲート電極のパターニング、ソース・ドレイン領域の形成、シリコン酸化膜のパターニング、アルミニウム配線のパターニング、層間絶縁膜のパターニングなどに適用でき、その他、CCD素子の作製、半導体レーザーの作製、バイポーラトランジスタの製作工程等、種々の半導体装置の作製工程で使用可能である。

【0056】また、半導体装置の作製工程以外にも、例えば、一般的な金属メッキ工程や、薄膜ヘッドの作製に用いるためのフレームメッキのパターニング、導電性電極を所定形状に作製するためのパターニング、プリントコイルのパターニング、プリント配線板の配線作製工程等でも使用可能である。

【0057】また、本発明のレジストパターンの形成方法及び微細加工方法において、前記フォトレジストは、ポジ型フォトレジストに限定されるものではなく、ネガ型フォトレジストを用いる場合でも適用可能である。そのフォトレジストの種類も限定されるものではない。さらに、現像液は、前記フォトレジストの適性に見合ったものを使用することが望ましく、その種類も限定されるものではない。例えば、前記フォトレジストとして、TSCR-75125T、THMR-IP3100、THMR-IP9500〔東京応化工業（株）製〕等を使用でき、前記現像液として、NMD-3、NMD-W〔東京応化工業（株）製〕、SOPD〔住友化学工業（株）製〕等が使用できる。

【0058】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例について説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0059】本実施例では、

(A) THMR-IP9500（東京応化工業（株）社製）

(B) PFI-D60（住友化学工業（株）社製）

の2種類のフォトレジスト材料を準備し、これらのフォトレジスト材料に対する現像液の親和性評価と、得られた半導体装置の微細加工パターン精度の評価を行った。なお、これらのフォトレジスト材料は、ポジ型のフォトレジストである。

【0060】また、本実施例では、スピン式現像処理装置（東京エレクトロン社製、MK-V現像装置）に前処理剤の吐出用ノズルを付加した装置21（図10参照）を使用した。

【0061】＜微細加工パターン精度の評価＞

実施例1

フォトレジスト材料としてPFI-D60を用い、層間絶縁膜が設けられている半導体ウエーハ上にフォトレジスト膜を塗布した。次いで、図示省略した露光装置を用いて、前記フォトレジスト膜を所定の微細パターンに露光処理した。

【0062】次いで、フォトレジスト膜が設けられたウエーハ17（直径6インチ）を、図10に示した装置21の回転テーブル16上に配し、まず、回転数3000rpmで4.0秒間回転させた後、前処理として、ノズル19からイソプロピルアルコール（以下、IPAと称することがある。）の15容量%濃度の水溶液22を、回転数600rpm、5.0秒間、ノズル19をウエーハ17の径方向（図中矢印B方向）に移動させながら、ウエーハ17の全面に吐出（噴霧）した。

【0063】次いで、回転数1000rpmで2.6秒間かけて前記IPA水溶液をウエーハ17からふりきった後、ノズル18から現像液（NMD-3）24を、回転数750rpm、2.0秒間かけて、ノズル18の位置をウエーハ17の径方向（図中矢印C方向）に移動させながら現像液の吐出（噴霧）を行い、さらに、回転数20rpmで1.9秒間、現像液24の吐出（噴霧）を行って、現像処理を行った。

【0064】次いで、現像部の排気を停止させ、回転数20rpmで2.0秒間かけてノズル18の位置を元に戻した後、ウエーハ17を静止させて、52.0秒間かけて、フォトレジスト膜の現像液への溶解を促進させた。

【0065】次いで、6.0秒間のインターバルの後、洗浄水導入管20からリンス用熱イオン交換水23を吐出させ、回転数300rpmで14.5秒間、すすぎ処理を行った。

【0066】この後、回転数3000rpm、14.0秒間、ウエーハ17を回転させて、リンス用イオン交換水をふりきり、ウエーハ17を乾燥させた。

【0067】このようにして、層間絶縁膜に接続孔が微細パターンに加工された半導体ウエーハを作製し、その後、所定の後処理を経て、半導体装置を作製した。

【0068】本実施例では、上述したフォトレジストパターンの形成工程での現像不良が大きく減少した。従来の工程では、現像不良品がウエーハ当たり約5ヶであったのに対し、本実施例では、ウエーハ当たり現像不良品が一つも見当たらなかった。即ち、この工程での歩留りが約2～3%向上した。

【0069】＜現像液の親和性評価＞次に、フォトレジストと現像液との接触角を測定して、その親和性の評価を行った。

【0070】実施例2

半導体ウエーハ上に、フォトレジストとしてTSCR-IP9500（以下、レジスト材料Aと称する。）を塗布してフォトレジスト膜を形成した。

【0071】次いで、前処理剤としてイソプロピルアルコール（IPA）の5容量%水溶液を前記フォトレジスト膜の全面に噴霧した。

【0072】その後、現像液としてNMD-3を用い、これを前記フォトレジスト膜上に滴下して、その接触角を測定した（図13参照）。

【0073】実施例3

前処理剤としてイソプロピルアルコール（IPA）の15容量%水溶液を用いた以外は実施例2と同様にして接触角の測定を行った。

【0074】実施例4

前処理剤としてイソプロピルアルコール（IPA）の30容量%水溶液を用いた以外は実施例2と同様にして接触角の測定を行った。

【0075】実施例5

前処理剤としてイソプロピルアルコール（IPA）の45容量%水溶液を用いた以外は実施例2と同様にして接触角の測定を行った。

【0076】実施例6

フォトレジストとしてPFI-D60（以下、レジスト材料Bと称する。）を用いた以外は実施例2と同様にして接触角の測定を行った。

【0077】実施例7

フォトレジストとしてレジスト材料Bを用い、前処理剤としてイソプロピルアルコール（IPA）の15容量%水溶液を用いた以外は実施例2と同様にして接触角の測定を行った。

【0078】実施例8

フォトレジストとしてレジスト材料Bを用い、前処理剤としてイソプロピルアルコール（IPA）の30容量%水溶液を用いた以外は実施例2と同様にして接触角の測定を行った。

【0079】実施例9

フォトレジストとしてレジスト材料Bを用い、前処理剤としてイソプロピルアルコール（IPA）の45容量%水溶液を用いた以外は実施例2と同様にして接触角の測定を行った。

【0080】比較例1

前処理を行わない以外は、実施例2と同様にし、接触角の測定を行った（未処理）。

【0081】比較例2

前処理剤としてイオン交換水を用いた以外、実施例2と同様にして接触角の測定を行った（水処理）。

【0082】比較例3

前処理を行わず、レジスト材料Bを用いた以外は、実施例2と同様にして接触角の測定を行った（未処理）。

【0083】比較例4

前処理剤としてイオン交換水を用い、レジスト材料Bを用いた以外、実施例2と同様にして接触角の測定を行った（水処理）。

【0084】以上、実施例2～9、比較例1～4について、前処理剤材料及びその濃度、フォトレジスト材料、及び測定した接触角（度）を下記の表1に示す。また、前処理液の濃度と接触角との関係を図11に示す。なお、接触角の測定は、接触角測定器360型〔エルマ販売（株）社製〕を用いて行った。

【0085】

表 1 A

	前処理剤		レジスト材料	接触角
	種類	濃度 (容量%)		
実施例 2	I P A	5 %	A	58°
実施例 3	I P A	15 %	A	57°
実施例 4	I P A	30 %	A	54°
実施例 5	I P A	45 %	A	49°
実施例 6	I P A	5 %	B	49°
実施例 7	I P A	15 %	B	48°
実施例 8	I P A	30 %	B	47°
実施例 9	I P A	45 %	B	45°

*レジスト材料A…THMR-IP9500

レジスト材料B…PFI-D60

【0086】

表 1 B

	前処理剤		レジスト材料	接触角
	種類	濃度 (容量%)		
比較例 1	なし	—	A	62°
比較例 2	水	—	A	58°
比較例 3	なし	—	B	55°
比較例 4	水	—	B	55°

*レジスト材料A…THMR-IP9500

レジスト材料B…PFI-D60

【0087】表1及び図11から、レジスト材料Aの場合、前処理剤として30容量%濃度以上のイソプロピルアルコール水溶液で接触角を小さくでき、良好な親和性（濡れ性）で現像処理できることが分かる。なお、5容量%濃度のイソプロピルアルコール水溶液や濃度15%のイソプロピルアルコール水溶液でも、その処理時間を長くすることによって現像液の濡れ性を向上させることが可能である。特に、レジスト材料Aの場合（即ち、フォトリソグレイとして、THMR-IP9500、現像液

としてNMD-3を用いた場合）、未処理状態のフォトリソグレイの接触角が大きくかつ、現像液の表面張力（接触角）が大きいため、漏れ性が良好である。

【0088】また、レジスト材料Bの場合、前処理剤として5容量%濃度以上のイソプロピルアルコール水溶液で接触角を小さくでき、良好な親和性（濡れ性）で現像処理できることが分かる。

【0089】即ち、レジスト材料の種類によって効果に差があるものの、所定濃度のアルコール水溶液を用いる

ことによって、現像液の濡れ性、つまりフォトリソと現像液との親和性を向上させることができ、気泡（マイクロバブル）等を抑制して、高精度で微細なレジストパターンを形成できた。

【0090】実施例10

本実施例では、前処理時間と現像不良品の個数との相関関係を評価した。

【0091】フォトリソとしてレジスト材料Aを用い、さらに、前処理剤として5容量%濃度のイソプロピルアルコール水溶液を用いて、前処理剤での前処理時間を種々変化させた以外は実施例1と同様に、層間絶縁膜に所定微細パターンの接続孔（ビアホール）を加工した半導体ウエーハを作製した。

【0092】下記表2、および図12に、現像不良品の個数と前処理時間との関係を示す。

【0093】

表2

前処理時間	現像不良品の個数
0秒	27個
5秒	2個
8秒	1個
11秒	0個
14秒	0個

* 5容量%濃度のIPA水溶液

【0094】即ち、前処理剤としてのイソプロピルアルコール水溶液が5容量%濃度と、比較的低濃度であるにもかかわらず、前処理時間を5秒間以上とすることで、現像不良品（パターン欠陥品）の個数（1つのウエーハ当たりの個数）を大幅に減少させることができ、さらに、11秒間以上の前処理を施した場合、現像不良品を全くなくすることができた。

【0095】特に、より一層の集積化が進んだ半導体装置（例えば、VLSI）の製造工程においては、微細なレジストパターンの作製工程を数回～数十回も有しており、従って、この各工程での不良品の個数を減らすことで、工程全体では、極めて多量の不良品を減らすことになり、上述した本実施例に基づくレジストパターンの形成方法や微細加工方法は、製作コストの削減や廃棄物の低減に非常に有効な方法である。

【0096】

【発明の作用効果】本発明のレジストパターンの形成工程によれば、基体上にフォトリソ膜を設ける第1工程と、前記フォトリソ膜を所定形状に露光処理する

第2工程と、前記露光処理されたフォトリソ膜表面を、前記フォトリソ膜と現像液との親和性を向上させる前処理剤を用いて処理する第3工程と、前記現像液を用いて前記フォトリソ膜を現像処理する第4工程とを有しており、特に、前記第3工程にて、前記フォトリソ膜と現像液との親和性を向上させる前処理剤を用いて前記フォトリソ膜の表面を処理しているの、前記フォトリソ膜の表面と前記現像液との親和性を向上させてフォトリソ膜表面への気泡の付着を防ぐことができ、フォトリソ膜を所定形状にパターンニングする際のパターン欠陥を減少できる。

【0097】本発明の微細加工方法によれば、前記第1工程、前記第2工程、前記第3工程及び前記第4工程を行った後、現像処理されて所定形状にパターンニングされたフォトリソ膜をマスクとして、例えばエッチング等の手法に基づいて前記基体上に微細パターンの加工を施すので、フォトリソ膜を所定の微細パターンに加工する際のパターン欠陥を減少させることができ、ひいては得られる製品の歩留りを向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく前処理工程を含む現像シーケンス（A）、従来法に基づく現像シーケンス（B）である。

【図2】本発明の微細加工方法に基づいて半導体装置を作製する際の工程段階を示す概略断面図である。

【図3】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図4】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図5】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図6】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図7】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図8】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図9】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図10】同、半導体装置を作製する際に使用可能なスピン式現像装置の要部概略断面図である。

【図11】本発明のレジストパターンの形成方法に基づく前処理液と接触角との関係を示すグラフである。

【図12】同、前処理時間と現像不良品の個数との関係を示すグラフである。

【図13】同、前処理を施した場合のフォトリソに対する現像液の接触角を示す概略図（A）、前処理を施さない場合のフォトリソに対する現像液の接触角を示す概略図（B）である。

【図14】従来の微細加工方法に基づいて半導体装置を

作製する際の工程段階を示す概略断面図である。

【図 15】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図 16】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図（図 20 の x-x 線断面図）である。

【図 17】同、半導体装置を作製する際の他の工程段階を示す概略断面図である。

【図 18】同、図 17 に示した工程段階の概略斜視図である。

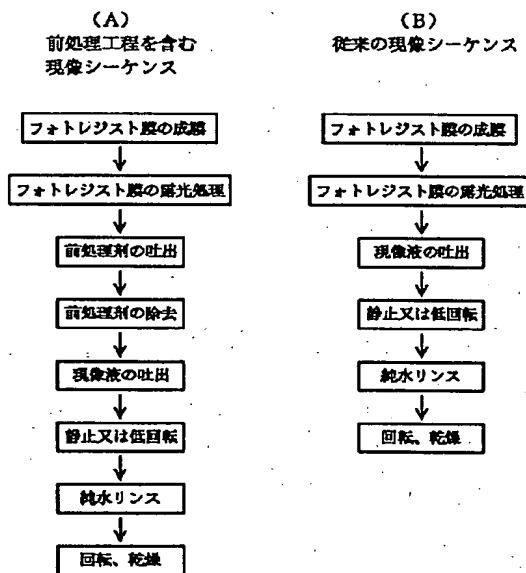
【図 19】同、図 17 に示した工程段階の概略上面図（A）、概略断面図（B）である。

【符号の説明】

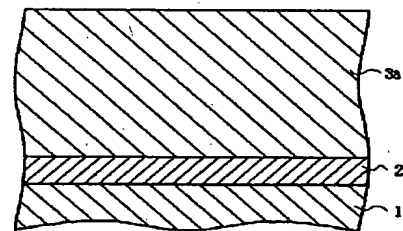
- 1…半導体基体、
- 2…第 1 配線（下部配線）、
- 3、3 a、3 4、3 4 a、3 4 c…層間絶縁膜、
- 4、4 a、4 b、4 c、2 5、3 2、3 5、3 5 a、3 5 b、3 5 c…フォトリソ、
- 5…露光マスク、

- 6…光ビーム、
- 7…前処理剤、
- 8、3 8…接続孔（ビアホール）、
- 9、3 9…バリアメタル、
- 10、40…アルミニウム配線、
- 11、41…第 2 配線（上部配線）、
- 15…容器、
- 16…回転テーブル、
- 17…基体（半導体ウエハ）、
- 18…現像液吐出ノズル、
- 19…前処理剤吐出ノズル、
- 20…洗浄水導入管、
- 21…スピン式現像装置、
- 27、27、36…現像液、
- 30…基体、
- 31、31 a…メッキ金属、
- 37…気泡、
- 42…ボイド

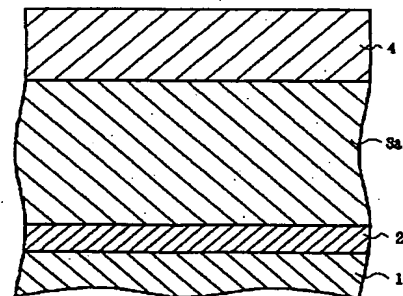
【図 1】



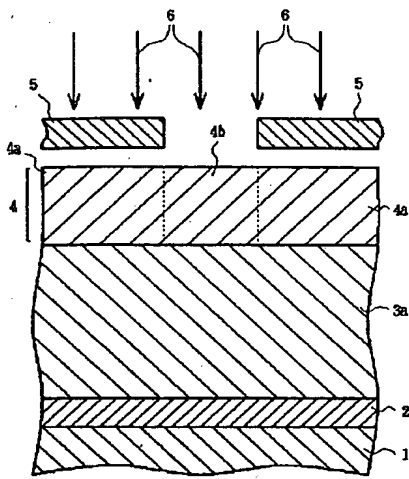
【図 2】



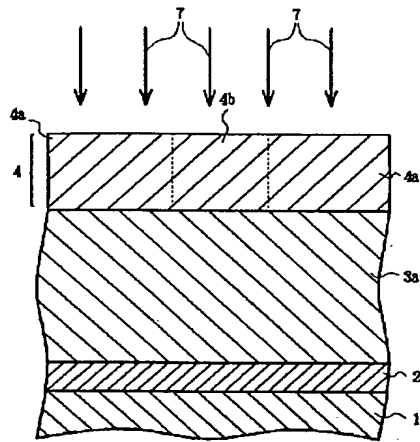
【図 3】



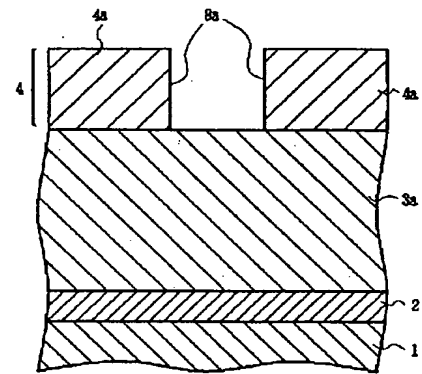
【図 4】



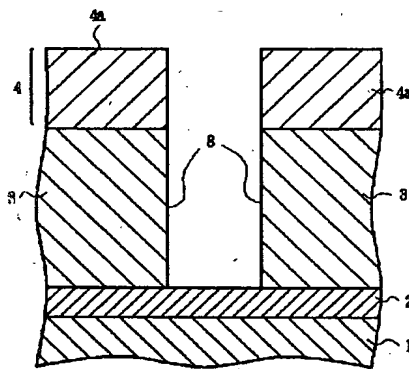
【図 5】



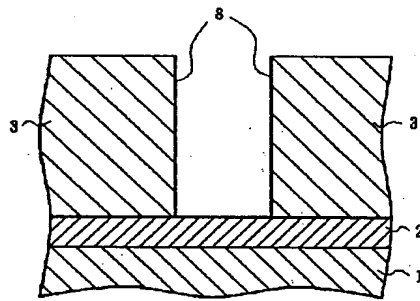
【図 6】



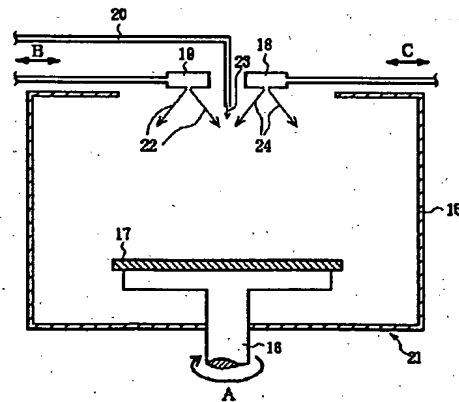
【図 7】



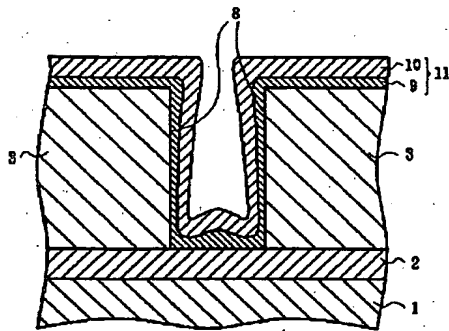
【図 8】



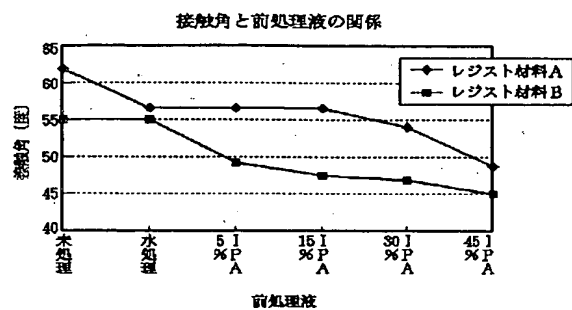
【図 10】



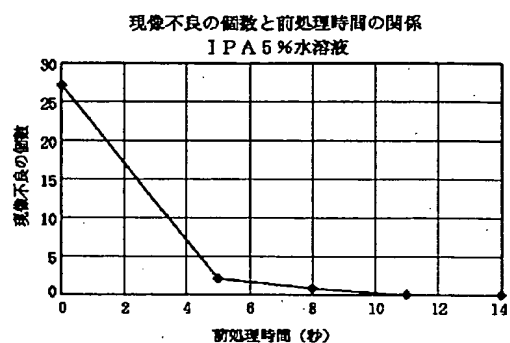
【図 9】



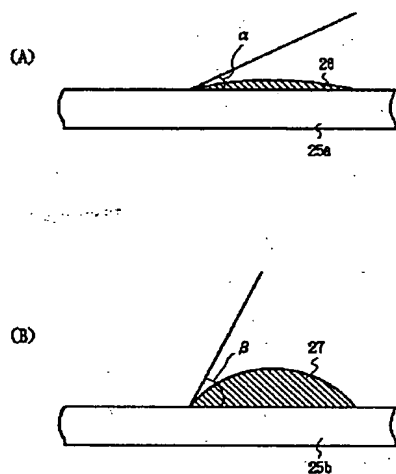
【図11】



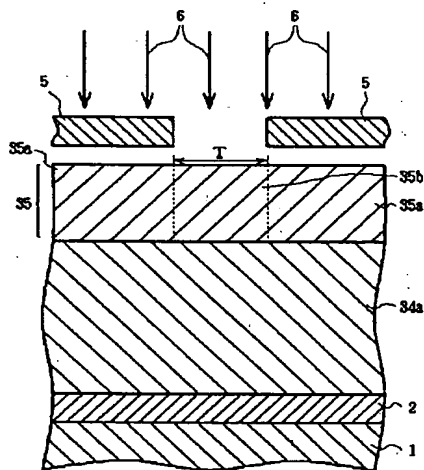
【図12】



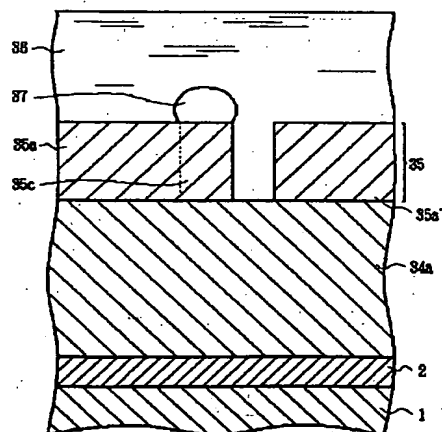
【図13】



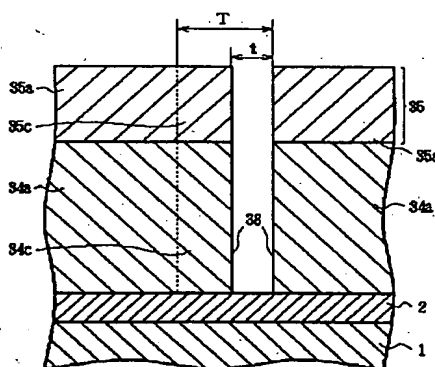
【図14】



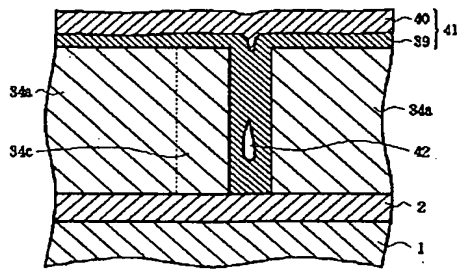
【図15】



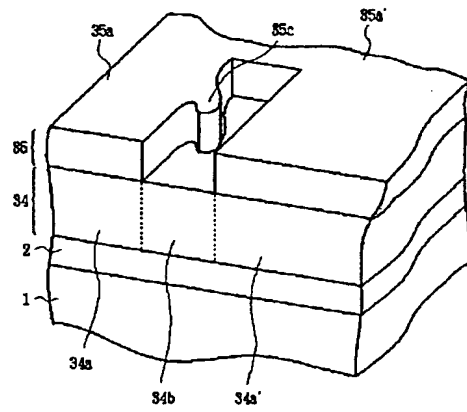
【図16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

